

RAPPORT TECHNIQUE TECHNICAL REPORT

**CEI
IEC
1662**

1995

AMENDEMENT 1
AMENDMENT 1

1996-05

Amendement 1

Evaluation des risques de dommages liés à la foudre

Amendment 1

Assessment of the risk of damage due to lightning

© CEI 1996 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

G

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 81 de la CEI: Protection contre la foudre.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

Projet de comité	Rapport de vote
81/67/CDV	81/81/RVC

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cet amendement.

Page 2

SOMMAIRE

Ajouter le titre de l'annexe C suivant:

C Structures qui contiennent des systèmes électroniques

Page 10

1.2 Références normatives

Ajouter à la liste existante le titre de la norme suivante:

CEI 1312-1: 1995, Protection contre l'impulsion électromagnétique générée par la foudre – Partie 1: Principes généraux

Page 108

Ajouter, après l'annexe B, la nouvelle annexe C comme suit:

Annexe C (normative)

Structures qui contiennent des systèmes électroniques

Introduction

En considération du développement des systèmes électroniques avec une sensibilité toujours plus poussée à l'impulsion électromagnétique de la foudre (IEMF), et des conséquences graves liées aux dommages qui peuvent impliquer une perte inacceptable de services au public ou d'autres risques importants pour l'environnement, une attention particulière est accordée dans la présente annexe au cas spécifique des structures qui contiennent ces systèmes.

FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC technical committee 81: Lightning protection.

The text of this amendment is based on the following documents:

Committee draft	Report on voting
81/67/CDV	81/81/RVC

Full information on the voting for the approval of this amendment can be found in the report on voting indicated in the above table.

Page 3

CONTENTS

Add the title of annex C as follows:

C Structures containing electronic systems

Page 11

1.2 Normative references

Add to the existing list the title of the following standard:

IEC 1312-1: 1995, *Protection against lightning electromagnetic impulse – Part 1: General principles*

Page 109

Add, after annex B, the new annex C as follows:

Annex C
(normative)**Structures containing electronic systems****Introduction**

Considering the development of electronic systems with increasing sensitivity to lightning electromagnetic impulse (LEMP), and the serious consequential effects due to damage which may involve essential services to the public as well as other important environmental risks to society, special attention is given in the present annex to the specific case of structures containing such systems.

Dans cette annexe, les systèmes électroniques comme par exemple les appareils de communication, les ordinateurs, les systèmes de contrôle et de mesure, les systèmes radio et les installations électroniques de puissance ainsi que les appareils similaires comprenant des composants électroniques sont désignés comme «systèmes électroniques».

L'évaluation du risque dépend d'une large gamme de facteurs dont les plus importants sont

- la nature de la structure qui contient le système électronique;
- le type et les caractéristiques du système électronique;
- les services comprenant toutes les lignes de distribution électrique et de télécommunications entrant dans la structure ou en sortant;
- toutes les mesures de protection incorporées dans la structure, dans l'installation des systèmes électroniques, dans les lignes de distribution et de télécommunications, et tous les DPS installés sur ces lignes.

Les dommages aux systèmes électroniques sont liés aux coups de foudre directs soit sur le bâtiment qui contient le système électronique, soit à la terre avoisinante, soit sur les services entrant dans la structure et sur les structures avoisinantes (structures associées) qui contiennent des systèmes reliés au système électronique du bâtiment principal.

Même si les dommages aux systèmes électroniques peuvent être la conséquence d'un incendie ou d'une explosion dans la structure, les surtensions atmosphériques sont les sources de dommages les plus importantes.

Les surtensions atmosphériques qui ont une influence sur un système électronique sont liées à une augmentation du potentiel de terre autour de la structure foudroyée (et en conséquence les courants dans les câbles de distribution et de télécommunications), et au couplage du champ magnétique à l'intérieur de la structure renfermant le système et avec les lignes aériennes qui entrent dans la structure.

Normalement, les effets des dommages à un système électronique impliquent des coûts financiers dus aux dommages au système, et des coûts résultant de la perte du service assuré par le système électronique.

Les effets des dommages à un système électronique peuvent impliquer

- des risques sévères pour l'environnement ou d'autres risques pour la société, lorsque le système électronique a un rôle critique dans le contrôle et la sécurité des installations nucléaires, chimiques, ou autres;
- des dommages corporels ou perte de vie humaine dus à un incendie, lorsque le système électronique contrôle la mise en marche de la détection du feu ou des extincteurs automatiques de feu;
- des pertes de services au public;
- des pertes financières causées par l'interruption d'une installation, les défauts des liaisons de télécommunications, les risques à la sécurité et les interruptions de systèmes d'affaires.

En conséquence, l'utilisation toujours plus poussée des systèmes électroniques dans les installations industrielles complexes et critiques du point de vue de la sécurité peut augmenter le risque global de dommages dus à la foudre, lorsque le dommage est la conséquence d'une perte de fonction du système électronique.

For the purposes of this annex, electronic systems such as communications equipment, computer, control and instrumentation systems, radio systems and power electronics installations, and similar equipment incorporating electronic components, are referred to as electronic systems.

The risk assessment depends upon a wide range of factors among which the most important are

- the nature of the structure which contains the electronic system;
- the type and physical lay-out of the electronic system;
- the services including all mains and data and communications lines entering or leaving the structure;
- any protection measures incorporated in the structure, in the installation of the electronic systems, in the mains and data and communication lines, and any SPDs on those lines.

Damage to electronic systems is associated with direct strikes to the building containing the system, to the surrounding ground, to the services incoming to the building and to nearby structures (associated structure) containing systems linked to the main building system.

Although damage to electronic systems might result as a consequence of fire or explosion within the building, lightning overvoltages are the primary source of damage to them.

Lightning overvoltages which affect electronic systems are due to ground potential increase around struck buildings (and the resulting currents in mains and communication cables), and to magnetic field coupling both within the buildings housing the system and with the overhead lines entering the structure.

Normally the effects of damage to an electronic system involve financial costs due to the system damage, and consequential costs arising from loss of the function hitherto performed by the electronic system.

The consequential effects of damage to an electronic system may involve

- severe environmental or other risks to society, where the electronic system performs highly critical control or safety functions in nuclear plant, chemical plant or other;
- injury or loss of human life from fire where the electronic system is for fire detection or for automatic fire extinguishers;
- loss of a service to the public;
- financial losses caused by plant stoppages, communication links failures, security risks and business systems failures.

Therefore, the increasing use of electronic systems on complex and safety critical industry plant and systems might increase the overall risk of damage from lightning, owing to damage resulting from the loss of function of the electronic system.

Dans cette annexe, l'évaluation du risque se fait en prenant aussi en considération les effets du couplage magnétique direct du système électronique avec le courant des coups de foudre frappant le sol avoisinant la structure.

Comme conséquence de ces effets, il convient de considérer deux composantes supplémentaires de dommages: l'une due à un incendie ou à une explosion et l'autre aux surtensions.

C.1 Généralités

C.1.1 *Domaine d'application et objet*

La présente annexe est applicable à l'évaluation des risques de dommages à une structure qui contient des systèmes électroniques.

L'objet de cette annexe est de proposer une procédure d'évaluation des risques de dommages à une structure contenant des systèmes électroniques, dommages causés par les coups de foudre directs sur la structure, sur le sol avoisinant, sur les structures avoisinantes contenant du matériel électrique ou électronique lié à la structure principale, et sur les services entrant dans la structure.

C.1.2 *Termes et définitions*

Pour les besoins de cette annexe, tous les termes et définitions de la CEI 1024-1, de la CEI 1024-1-1 et de la CEI 1312-1 s'appliquent.

C.2 Fréquence des coups de foudre: N

La fréquence attendue des coups de foudre N , qui peuvent avoir une influence sur la structure qui contient le système électronique, directement ou à travers les services entrants, peut être divisée en différents groupes:

- le nombre N_d d'impacts de foudre directs sur la structure;
- les nombres N_r et N_m d'impacts de foudre au sol avoisinant la structure, en tenant compte respectivement de l'influence des effets résistifs et inductifs causés par le courant de foudre;
- le nombre N_k d'impacts de foudre soit sur les services entrant dans la structure, soit sur les structures adjacentes associées.

N_d , N_r , N_m , N_k peuvent être calculés par le produit de la densité annuelle de coups de foudre à la terre N_g et des surfaces collectrices A_e , A_r , A_m , A_k qui correspondent aux différents groupes de coups de foudre cités ci-dessus.

A_e , A_r et A_k sont évaluées selon 2.2.

NOTE – Un circuit électronique dont l'alimentation est située à l'intérieur d'un bâtiment métallique qui assure une continuité électrique totale et qui a des lignes de communication sans matériau conducteur ne présente pas de risques de dommages par la foudre. Cependant, une ligne de communication contenant des conducteurs métalliques ou une ligne de distribution de basse tension reliée au même circuit électronique peut augmenter remarquablement le risque de dommages liés à la foudre. Une fibre optique avec renforcement métallique qui pénètre la structure protégée peut aussi augmenter le risque pour le circuit électronique.

In this annex the risk evaluation is performed taking into account also the effects of direct magnetic coupling of electronic systems with the current of lightning which strikes the earth nearby the structure.

As a consequence of such effects two further components of damage should be considered respectively due to fire, explosion and to overvoltages.

C.1 General

C.1.1 Scope and object

This annex is applicable to the assessment of the risk of damage of structures containing electronic systems.

The object of this annex is to give a procedure to evaluate the risk of damage of a structure containing electronic systems due to direct strikes to the structure, to the surrounding ground, to nearby structures containing electric or electronic equipment linked to the main building, and to the services entering the building.

C.1.2 Terms and definitions

For the purpose of this annex, all terms and definitions defined in IEC 1024-1, IEC 1024-1-1 and IEC 1312-1 apply.

C.2 Frequency of lightning flashes: N

The expected number of flashes N which may influence a structure containing an electronic system, directly or by the incoming services, may be divided into different groups:

- the number N_d intercepted directly by the structure;
- the number N_r and N_m of flashes intercepted by the ground surface surrounding the structure, taking into account respectively the influence by the resistive and inductive effects of lightning current;
- the number N_k of flashes intercepted either by the incoming services or by the adjacent associated structures.

N_d , N_r , N_m , N_k may be calculated respectively, by the product of the annual flash density N_g and the respectively collection areas A_e , A_r , A_m , A_k which correspond to the different groups of flashes above.

A_e , A_r and A_k shall be evaluated according to 2.2.

NOTE - A self-powered electronic circuit housed within an electrically continuous, metal-clad building and which has data lines that are free of conducting material will not be at risk from lightning. However, a data line containing conductors or a low voltage supply line connected to the same electronic circuit could dramatically increase the risk of lightning damage. Similarly, a fiber optic cable with a metallic bearer wire penetrating the protected structure can also increase the risk to an electronic circuit.

C.2.1 Surface collectrice A_m pour évaluer les effets magnétiques des coups de foudre au sol avoisinant la structure.

A_m est la surface entourant la structure où un coup de foudre au sol entraîne un champ magnétique susceptible d'influencer par couplage direct le système électronique.

Cette surface s'étend jusqu'à la ligne de séparation à la distance de la structure jusqu'à une valeur de 500 m.

La surface collectrice du sol avoisinant A_m pour évaluer les effets magnétiques des coups de foudre au sol avoisinant la structure peut être calculée comme la différence entre la surface contenue dans cette ligne de séparation et la surface collectrice effective de la structure.

C.3 Probabilité de dommages

Il convient que la probabilité de dommages des structures qui contiennent des systèmes électroniques soit évaluée selon le présent rapport technique, mais p'_2 , k_2 et k_3 nécessitent une évaluation plus détaillée: c'est ainsi que, dans le cas de structures contenant des systèmes électroniques, les tableaux 6, 7 et 8 de ce rapport sont remplacés respectivement par les tableaux C.1, C.2 et C.3 suivants.

Tableau C.1 – Valeurs de la probabilité de dommages $p'_1 = p'_2$

Type de structure	$p'_1 = p'_2$
Brique, bois, béton, soit structure non métallique et sans IPF	1
Structure métallique ou colonnes en béton armé à la distance de 10 m à 20 m ou avec un IPF de niveau de protection III-IV	0,1 à 0,2
Structure métallique ou colonnes en béton armé à la distance de 3 m à 6 m ou avec un IPF de niveau de protection I-II	0,05 à 0,08
Façade métallique ou béton armé sans fenêtres ou avec petites fenêtres d'une surface inférieure à 20 % de la surface totale du bâtiment	0,005 à 0,01

Tableau C.2 – Valeurs de $k_1 = k_2$ correspondant aux mesures de protection pour réduire la probabilité $p'_1 = p'_2$

Mesures de protection	k_1 et k_2
Tous les câbles sans blindage, sans précautions spéciales dans les parcours, sans éviter des boucles	1
Câbles blindés ou éviter des boucles	10^{-1} à 10^{-2}
A la fois câbles blindés et éviter des boucles	10^{-2} à 10^{-3}
Câbles en fibre optique sans conducteur métallique	0
NOTES 1 L'intervalle de valeurs prend en compte l'efficacité du blindage ou les précautions pour éviter des boucles. 2 Si différents câbles sont installés, pour simplifier il faut considérer la valeur la plus élevée de k_1 seule. 3 Si différentes mesures de protection sont mises en oeuvre sur la même installation interne, le facteur de réduction résultant est le produit des différents facteurs de réduction.	

C.2.1 Collection area A_m for assessment of magnetic effects of nearby flashes

A_m is the area surrounding the structure where a stroke to ground causes a magnetic field which may have an influence by direct coupling with the electronic system.

It extends up to the border line at the distance of 500 m away from the structure.

The collection area of the surrounding ground A_m for assessment of magnetic effects of nearby flashes may be evaluated by the difference of the area enclosed by such border line and the effective collection area of the structure.

C.3 Probability of damage

The probability of damage of structures containing electronic systems should be evaluated according to this technical report, but p'_2 , k_2 and k_3 need a more detailed evaluation: therefore, in the case of structures containing electronic systems, tables 6, 7 and 8 should be replaced by the following tables C.1, C.2 and C.3 respectively.

Table C.1 – Values of probability of damage $p'_1 = p'_2$

Kind of structure	$p'_1 = p'_2$
Brick, masonry or wood, i.e. non-conducting and no LPS	1
Steel frame or reinforced concrete columns spaced 10 m to 20 m or protection level III-IV LPS	0,1 to 0,2
Steel frame or reinforced concrete columns spaced 3 m to 6 m or protection level I-II LPS	0,05 to 0,08
Metallic façade or reinforced concrete without windows or with small windows of less than 20 % of the building wall area	0,005 to 0,01

Table C.2 – Values of $k_1 = k_2$ relevant to protection measures for reduction of probability $p'_1 = p'_2$

Protective measures	k_1 and k_2
All unshielded cables, no special routing precautions, no attempt to avoid loops	1
Shielded cables or avoid loops	10^{-1} to 10^{-2}
Both shielded cables and avoid loops	10^{-2} to 10^{-3}
Fibre optic cable with no metal	0
NOTES 1 The range takes into account the effectiveness of shielding or loop avoiding. 2 If different cables are present, as a simplification, only the highest value of k_1 is to be assumed. 3 If different protective measures are provided on the same internal installation, the resulting reduction factor is the product of the relevant reduction factors.	

Tableau C.3 – Valeur de k_3 correspondant aux mesures de protection pour réduire la probabilité p'_3

Mesures de protection	k_3
Sans aucune précaution à l'entrée des câbles dans la structure	1
Transformateur d'isolation	10^{-1}
DPS à l'entrée/sortie du service	10^{-1} à 10^{-3} selon le type de DPS et son installation
Blindage relié à la terre aux deux extrémités	10^{-1} à 10^{-3} selon la qualité du blindage, le nombre et la longueur des câbles
Câble en fibre optique sans conducteur métallique	0
NOTES 1 Si différentes mesures de protection sont mises en oeuvre sur le même service entrant dans la structure, le facteur de réduction résultant est le produit des facteurs de réduction correspondants. 2 On considère que les parties conductives externes sont reliées au système de mise à la terre de la structure.	

C.4 Fréquence de dommages dus aux coups de foudre

Dans l'évaluation de la fréquence annuelle de dommages F des structures qui contiennent des systèmes électroniques, en plus de composantes de dommages énumérées en 2.4, les composantes suivantes doivent être prises en compte:

Composante de la fréquence de dommages liés à un incendie, une explosion, dus aux surtensions causées par l'effet magnétique des coups de foudre au sol avoisinant la structure: B'

Cette composante est évaluée par l'expression suivante:

$$B' = N_m p_t p_2 \quad (\text{C.1})$$

où N_m est calculé comme indiqué en C.2 et C.2.1 et les probabilités p_t , p_2 sont calculées avec les formules (11) et (13) de ce rapport technique.

Composante de la fréquence de dommages dus aux surtensions causées par l'effet magnétique des coups de foudre au sol avoisinant la structure: E'

Cette composante est évaluée par l'expression suivante:

$$E' = N_m p_2 \quad (\text{C.2})$$

où N_m est calculé comme indiqué en C.2 et C.2.1 et p_2 est calculée avec la formule (13).

Table C.3 – Values of k_3 relevant to protection measures for reduction of probability p'_3

Protective measures	k_3
No precautions on entry	1
Isolation transformer	10^{-1}
SPD on service entrance/exit	10^{-1} to 10^{-3} depending on the type of SPD and its installation details
Screen bonded to earth both ends	10^{-1} to 10^{-3} depending on the quality of the screen, and the number and length of the cables
Fibre optic cable with no metal	0
NOTES 1 If different protective measures are provided on the same incoming service, the resulting reduction factor is the product of the relevant reduction factors. 2 It is assumed that external conductive parts are bonded to the structure's earthing system.	

C.4 Frequency of damage due to lightning flashes

In evaluating the annual frequency of damage F of structures containing electronic systems, besides the component of damage listed in 2.4, the following components shall be taken into account:

Component of the frequency of damage due to fire, explosion caused by overvoltages by the magnetic effect of strokes to ground nearby the structure: B'

This component is evaluated by the following expression:

$$B' = N_m p_t p_2 \quad (\text{C.1})$$

where N_m is calculated as indicated in C.2 and C.2.1, and p_t , p_2 are calculated with formula (11) and (13) of this technical report respectively.

Component of the frequency of damage due to overvoltages by the magnetic effect of strokes to ground nearby the structure: E'

This component is evaluated by the following expression:

$$E' = N_m p_2 \quad (\text{C.2})$$

where N_m is calculated as indicated in C.2 and C.2.1, and p_2 is calculated with formula (13).